

Jani Lepistö

## **NALLINPOISTOLAITTEEN PROTOTYYPIN SUUNNITTELU JA VALMISTUS**

# **NALLINPOISTOLAITTEEN PROTOTYYPIN SUUNNITTELU JA VALMISTUS**

Jani Lepistö  
Opinnäytetyö  
Kevät 2016  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, tuotantotalous

---

Tekijä: Jani Lepistö

Opinnäytetyön nimi: Nallinpoistolaitteen prototyypin suunnittelu ja valmistus

Työn ohjaaja: Pentti Huhtanen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2016 Sivumäärä: 38 + 2 liitettä

---

Työssä suunniteltiin nallienpoistolaitteen prototyyppi tuotteen elinkelpoisuuden selvittämiseksi Jico Koneistus Ky:lle. Konepajan tuotekirjoa haluttiin laajentaa, joten sen lisäämiseksi aloitettiin tuotekehitysprojekti. Opinnäytetyössä alettiin suunnitella ja valmistaa prototyyppiä nallienpoistolaitteesta. Prototyypin perusteella saatiin selville tarvittavia tietoja kuluttajamarkkinoille tulevan laitteen suunnitteluun.

Työssä tutkittiin markkinoilla jo olevia ratkaisuja nallin poistamiseen. Tutkittavia ratkaisuja olivat muun muassa kuokkатыökalu, vesipaineella poisto ja Lokomo Oy:n valmistama mekaaninen laite. Ratkaisuja vertailtiin nallin irrotusnopeuden, jälkityön, saatavuuden ja hylsyn vahingoittumisvaaran perusteella. Vertailun perusteella Lokomon Oy:n valmistaman laitteen periaatetta päätettiin hyödyntää alkukohtana nallinpoistolaitteen suunnittelulle. Patruunatekniikkaan liittyvää kirjallisuutta ja Internet-lähteitä käytettiin laitteen suunnitteluun mitoitukseen ja toteuttamistapojen apuna.

Suunnitteluvaiheen jälkeen laitteesta rakennettiin proof-of-concept-periaatteella prototyyppi. Valmis prototyyppi ei kuitenkaan toiminut odotetulla tavalla, joten nallinpoistolaitteen uudelle prototyypille laadittiin kaksi uutta periaatemallia. Ensimmäinen periaatemalli oli edelleen kehittää edellistä prototyyppiä kasvattamalla ilmanpainesylintereiden kokoa. Toinen periaatemalli oli varsinivelellä toimiva prototyyppi. Laadittuja periaatemalleja arvioitiin niiden toteuttamiskelpoisuuden perusteella, ja työn tilaaja päätti hyväksyä varsinivelellä toimivan prototyypin jatkokehittelyyn.

Opinnäytetyön tuloksena oli nallinpoistolaitteen prototyyppi ja sen 3D-malli sekä seuraavan prototyypin kaksi periaatemallia. Opinnäytetyöprojekti ei onnistunut tavoitteessaan valmistaa toimiva prototyyppi, mutta toimeksiantaja oli tyytyväinen saatuihin tuloksiin ja kehitysprojektiä tullaan jatkamaan tulevaisuudessa.

Uuden prototyypin ehdotukset on jätetty pois yrityksen pyynnöstä. Täydellinen raportti säilytetään yrityksessä.

---

Asiasanat: ammuksiset, jälleenlataus, koneensuunnittelu, laitteet, patruunat, proof-of-concept

# ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Mechanical and Production Engineering, Production Economics

---

Author: Jani Lepistö

Title of thesis: Design and Fabrication of Primer Removal Device

Supervisor: Pentti Huhtanen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2016    Pages: 38 + 2  
appendices

---

The subject of this thesis was to plan a prototype of a primer removal device for a company in the mechanical engineering industry. The company was willing to enhance their product range, and in order to do that they decided to launch a product development project. In this thesis, the work was started in order to design and fabricate a device that is able to remove primers from used firearm cartridges. Based on the results of the prototype phase, vital information was accumulated for the design of the final product for the consumer market.

During the project, the consumer market was investigated to find already existing methods for the primer removal. The following existing methods were taken into closer inspection: Berdan de-capping tool, removal by water pressure and a mechanical device of Lokomo Oy. The different solutions were compared on the basis of the following aspects: primer removal speed, rework, availability for purchase and possibility of damage to the brass. Based on the results of the comparison the solution used by the device of Lokomo Oy was used as the design basis for the design of the prototype of the primer removal device.

After the design phase, the work was started on the prototype of the device. The prototype was realized on proof-of-concept level. The finished prototype did not work as expected so two new concepts were designed for a new prototype. The first concept was to continue the designing of the previous prototype and enlarge the size of the air cylinders. The second concept involved an arm jointed prototype. The drawn concepts were compared on their basis of feasibility, and the commissioner of the thesis decided to approve the arm jointed concept as a basis for the new prototype.

The outcome of the project was a prototype of the primer removal device and a 3D-model for it along with two concepts for the next prototype. The thesis project did not succeed in producing a working prototype of the device. The client, however, was satisfied with the results and the development project will be continued in the future.

The new prototype concepts are classified due to the demand of the commissioner. The non-classified thesis is stored at the company.

---

Keywords: cartridges, devices, hand reloading, machine planning, product development, proof-of-concept

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Jico Koneistus Ky	7
1.2 Opinnäytetyön tausta	8
2 AMPUMA-ASEIDEN PATRUUNATEKNIikka	9
2.1 Keskisytytyspatruunat	9
2.2 Berdan-nallin irrottaminen nykyisillä menetelmillä	10
2.2.1 Kuokkatyökalu	10
2.2.2 Vesipaineella poisto	11
2.2.3 Oy Lokomo Ab:n nallinpoistolaite	13
2.2.4 Yhteenveto poistotekniikoista	14
3 SUUNNITTELU	15
3.1 Vaatimukset	15
3.2 Prototyypivaihe	16
3.2.1 Pneumaattisten toimilaitteiden valinta	16
3.2.2 Laitteen osien suunnittelu	19
3.2.3 Laitteen osien valmistus	23
3.2.4 Prototyypin kokoonpano ja testaus	29
3.3 Yhteenveto prototyypivaiheesta ja jatkokehittelyt	32
3.3.1 Ensimmäinen ehdotus seuraavalle prototyypille	32
3.3.2 Toinen ehdotus seuraavalle prototyypille	33
3.3.3 Ehdotusten yhteenveto	34
4 YHTEENVETO	35
LÄHTEET	37
LIITTEET	
Liite 1	C.I.P-järjestön mitat 7,62x53R-patruuna
Liite 2	Piirustusluettelo

## SANASTO

3D-tulostus	3D-suunnitteluohjelmalla suunnitellun mallin valmistustapa fyysiseksi esineeksi, joka valmistetaan tulostamalla ohuita kerroksia 3D-mallin avulla
PLA	polylaktidi, joka on uusiutuvista raaka-aineista valmistettava biohajoava polyesteri, jota käytetään yleisesti 3D-tulostuksessa
proof-of-concept	prototyyppimalli, jonka tavoitteena on todistaa ratkaisujen toimivuus

# 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehdään kauhavalaiselle konepajalle Jico Koneistus Ky:lle. Opinnäytetyössä kehitetään ampuma-aseiden patruunoiden jälleenlataukseen uudenlainen nallienpoistolaite. Työn aikana tutustutaan patruunatekniikkaan ja pyritään kehittämään vanhojen poistometodien pohjalta entistä nopeampi ja monipuolisempi laite nallien poistamiseen. Saatujen tietojen perusteella suunnitellaan ja rakennetaan prototyyppi, joka toimii jatkokehiteltävän laitteen pohjana.

Tuotekehitysprojektin perimmäisenä tavoitteena on suunnitella yritykselle kuluttajamarkkinoille valmistettava tuote. Tähän päästäkseen on prototyypin pohjalta selvitettävä myyntiin vaadittavat laitteen turvallisuus- ja viranomaismääräykset sekä tutustuttava CE-hyväksynnän vaatimuksiin tuotteelle. Lisäksi tuotteelle tehdään markkinatutkimus tuotteen elinkelpoisuuden selvittämiseksi Suomen markkinoilla.

Työ sisältää salattuja osiota. Salaamaton raportti säilytetään yrityksessä.

## 1.1 Jico Koneistus Ky

Jico Koneistus Ky (myöhemmin Jico) perustettiin vuonna 1990, jolloin se aloitti toimintansa nimellä Tmi Jouko Lepistö. Yrityksen toimitilat sijaitsevat Etelä-Pohjanmaalla Kauhavalla, joka sijaitsee noin 50 kilometrin päässä Seinäjoelta pohjoiseen. Yrityksen perustaja Jouko Lepistö perusti yrityksen ja toiminta oli vuoteen 2001 asti iltatyöskentelyä. Yrityksen pääasiallisia omia tuotteita olivat tällöin pienoiskivääreiden äänenvaimentimet sekä alihankintakoneistus ja koonpaneminen eri tuotteille. (1.)

Jouko Lepistö siirtyi päätoimiseksi yrittäjäksi vuonna 2002, jolloin yritys siirtyi uusiin toimitiloihin. Tällöin lisättiin konekantaan ja yritykselle hankittiin muun muassa ensimmäinen NC-ohjattu työstökeskus. Äänenvaimentimien valmistus lopetettiin kannattamattomana, ja yrityksen toiminnan pääpaino siirtyi ruiskuvalu- muottien sekä leikkaintyökalujen valmistukseen. Konekantaan lisättiin tasaisesti ja vuonna 2007 yrityksen tiloja laajennettiin. Tällöin toimintaan tuli Joukon poika Janne Lepistö ja yrityksen yhtiömuotoa muutettiin. Yrityksen nimi vaihtui tällöin

myös nykyiseen muotoonsa Jico Koneistus Ky:ksi. Yritys työllistää tällä hetkellä viisi henkilöä. (1.)

## **1.2 Opinnäytetyön tausta**

Jico Koneistus Ky:n johto on todennut tarpeen vähentää yrityksen riippuvuutta alihankintakoneistuksesta. Yrityksen aiempi ampuma-aseiden äänenvaimentimien valmistuksen uudelleen aloittaminen ei ole kannattavaa, sillä kilpailijoilla on kustannustehokkaammat valmistusmenetelmät ja Suomen muuttunut lainsäädäntö vaikeuttaa tuotannon aloittamista.

Yrityksen johdon ampuma-aseurheilu taustan seurauksena esille on tullut lukuisia ampuma-aseurheilutuotteiden valmistukseen liittyviä tuoteideoita. Opinnäytetyössä tutkitaan jälleenlatauslaitteiden valmistuksen aloittamisen kannattavuutta selvittämällä nallien purkulaitteen myyntiarvo.



## **2 AMPUMA-ASEIDEN PATRUUNATEKNIikka**

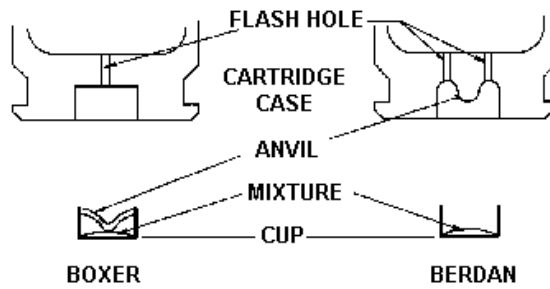
Nykyaikaisissa metsästysaseissa, urheiluammunta-aseissa ja sotilasaseissa käytetään ampumatarvikkeina patruunoita. Patruuna on ampumatarvikekokonaisuus, joka muodostuu luodista, hylsystä, ruutipanoksesta ja nallista (2,s.1).

Tuliaseiden patruunat jaetaan yleensä kahteen kategoriaan: keski- ja reunasyttytteiset. Reunasyttytteisissä patruunoissa nallimassa on puristettu patruunan hylsyn onton reunan sisälle, keskisytytteisissä patruunoissa nalli on omassa erillisessä tilassaan hylsyn pohjassa. Hylsyn pohjassa oleva nalli mahdollistaa keskisytytteisten patruunoiden hylsyjen uudelleen latauksen, mikä tekee siitä ylivoimaisesti suosituimman vaihtoehdon. (3, s. 63.)

### **2.1 Keskisytytyspatruunat**

Keskisytytyspatruunat jaetaan kahteen eri kategoriaan nallityypin mukaan: Berdan-nallilla varustetut ja Boxer-nallilla varustetut hylsytyt. Ne eroavat toisistaan nallitilan, muodon ja kantarakenteen osalta. Boxer-nallisissa hylsyissä ruutipanoksen sytyttämiseen tarvittava alasin on itse nallissa kiinni, ja Berdan-hylsyissä alasin on kiinteä osa hylsyä. (4, s.10.)

Kuvasta 1 nähdään, että vasemmalla olevassa Boxer-tyyppisessä hylsyssä on yksi liekkireikä keskellä pohjaa ja oikealla olevassa Berdan-tyyppisessä hylsyssä ruutitilaan johtaa kaksi liekkireikää. Jälleenladattaessa ammuttuja boxer-hylsyjä, niiden nallit voidaan poistaa hylsyn kokosupistuksen yhteydessä supistusholkissa olevalla pistokaralla (4, s. 52–53). Boxer-hylsyjä käytetään yleisimmin urheilu- ja metsästyspatruunoiden hylsynä.



*KUVA 1. Boxer- ja Berdan-hylsyjen rakenne-erot (5)*

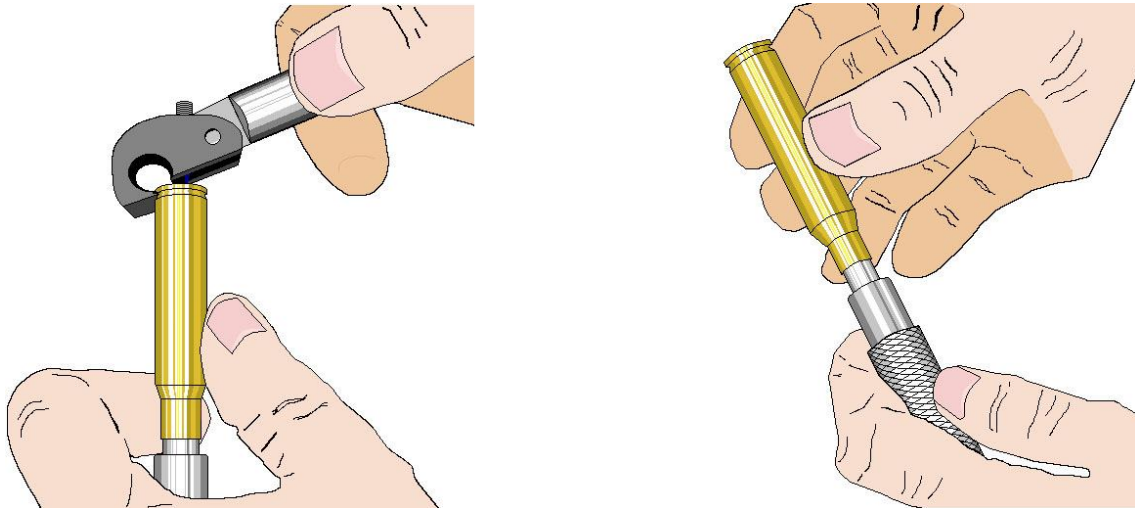
Berdan-nalliset patruunat ovat yleisimpiä sotilaspatruunoissa, koska niitä pidetään toimintavarmempana kuin Boxer-nallia (4, s. 10). Berdan-mallisten hylsyjen suosiota etenkin eurooppalaisten puolustusvoimien käytössä on lisännyt niiden edullisuus verrattuna boxer-hylsyihin (6, s. 28).

## **2.2 Berdan-nallin irrottaminen nykyisillä menetelmillä**

Berdan-hylsyjen käytettyjä nalleja ei pysty poistamaan supistusholkin pistokaralla, vähentäen niiden suosiota jälleenlataajien keskuudessa. Käytettyjä nalleja voidaan kuitenkin poistaa joko eräänlaisella kuokkatyökalulla tai käyttämällä vesipainetta hylsyssä, joka pullauttaa nallin pois tilastaan (4, s. 53).

### **2.2.1 Kuokkatyökalu**

Kuvassa 2 nähtävää kuokkatyökalua käytetään Berdan-nallin poistoon seuraavanlaisesti. Oikealla kuvassa nähtävässä työvaiheessa hylsynpitotanko työnnetään hylsyn suuaukosta sisälle hylsyyn niin pitkälle, että hylsyn suu vastaa pitotangon keskimmäistä olkapäätä. (7.)



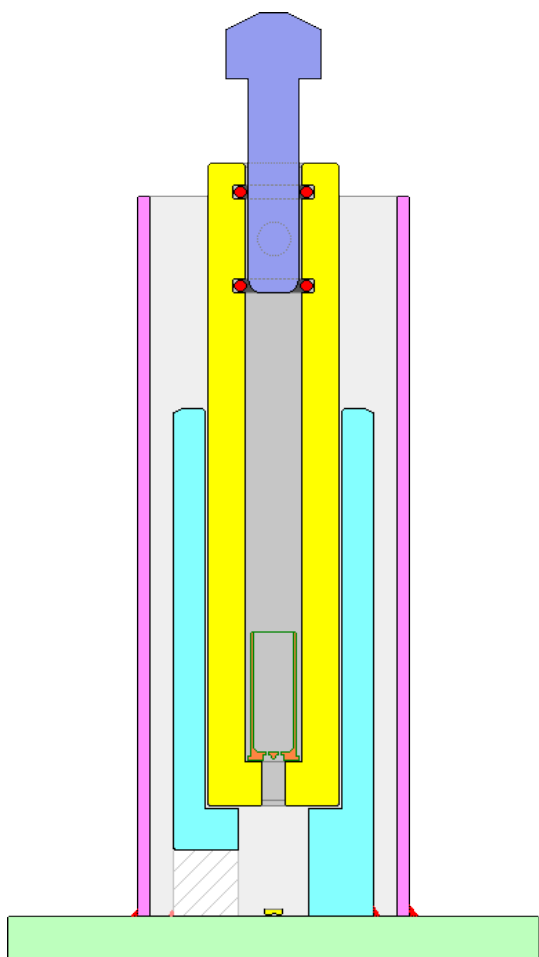
*KUVA 2. Kuokkatyökalun käyttö (8)*

Vasemmalla kuvassa nähtävässä työvaiheessa hylsyä pidetään tukevasti kädessä hylsynpitotangon avulla. Toisessa kädessä olevan kuokan leukojen sisällä olevan poistopiikin pituutta säädetään kuokan kädensijan kierreruuvia pyörittämällä haluttuun pituuteen. Liian lyhyt poistopiikin pituus ei poista nallia, ja liian pitkä pituus vaurioittaa hylsyn alasinta. Kuokan leuat asetetaan hylsyn kantaa vasten. Kuokkaa painetaan alaspäin poistaen nallin samalla. (7.)

Jälleenlataajien keskuudessa kuokkatyökalu ei ole saavuttanut suurta suosiota. Työkalun käyttö nallinpoistamiseen on hidas menetelmä, joka voi väärinkäytettynä vahingoittaa hylsyn nallitilaa tai hylsyn kaulaa.

### **2.2.2 Vesipaineella poisto**

Vesipaineella poistettaessa hylsy laitetaan vettä täyteen ja sopivalla männällä lyödään hylsyyn sellainen paine, että nalli pullahtaa pois (4, s. 53). Kuvassa 3 nähdään periaatekuva vesipaineen hyödyntämisestä nallin poistamiseksi. Kuvassa tumman harmaana näkyvä hylsy on täytetty vedellä ja asetettu sylinterin pohjalle. Sylinteri on täytetty vedellä ja tummansinisenä näkyvä mäntä on asetettu sylinterin suulle. Mäntää lyödään vasaralla kovalla voimalla, ja tästä syntyvä veden painemuutos aiheuttaa nallin irtoamisen hylsystä. (9.)



*KUVA 3. Nallin irrotus vesipaineella (9)*

Irronnut nalli putoaa jigistä ja hylsy voidaan poistaa sylinterin pohjasta. Nallin poiston jälkeen enimmäkseen hylsyyn jäävät vedet kuivataan pyyhkimällä. Hylsy pitää kuitenkin kuivata vielä tarkemmin, esimerkiksi uunissa, enintään +80 °C lämpötilassa korroosion estämiseksi (2, s. 5).

Nallin poistaminen vesipaineella ei aiheuta hylsyyn rakenteellisia vaurioita, mutta se on hyvin paljon aikaa vievä tapa toteuttaa nallin poisto. Menetelmän mielekkyyttä vähentää myös pakollinen veden kanssa lotraaminen ja kuivaaminen.

Tampereen asemessuilla haastatellun Erkki Kaupin kertoman mukaan Sako Oy:llä on ollut käytössään ainakin 1970-luvulta lähtien teollisen mittaluokan nallinpoistaja, joka on toiminut vesipaineen avulla (10). Teollisen mittaluokan sovellutuksissa vesi ei aiheuta ongelmia, sillä hylsy voidaan nallin irrotuksen jälkeen laittaa hehkutukseen, jossa vesi haihtuu pois. Kuluttajamarkkinoilla vesi-

paineella toimivia kaupallisia sovellutuksia ei ole tullut vastaan ja ainoat kyseisellä periaatteella toimivat vastaan tulleet välineet ovat olleet itse valmistettuja tai paikallisen kyläsepän tekeleitä.

### 2.2.3 Oy Lokomo Ab:n nallinpoistolaite

Tamperelaisen konepaja Oy Lokomo Ab:n (myöhemmin Lokomo) valmisti 1900-luvun alussa muun liiketoimintansa lisäksi Valtion Patruunatehtaalle ja Oy Sako Ab:lle (myöhemmin Sako) patruunoiden latauslaitteita teollisen mittakaavan patruunoiden valmistukseen. Valtion patruunatehdas ja Sako jälleenlatasivat myös uudelleen patruunoita (11, s.34). Prosessin ripeyttämiseksi tarvittiin nopeakäyttöisiä nallinpoistolaitteita. Ennen talvisodan syttymistä puolustusvoimat valmisti patruunatuotannon hajasijoittamista ja voidaan epäillä, että Lokomon laitteita olisi mahdollisesti käytetty nallinpoistoon.

Kuvassa 4 nähdään yksi Lokomon valmistamista laitteista. Kuvasta pitää huomioida laitteen kyljessä isolla lukeva sarjanumero 432, joka kertoo siitä, että laitteita on todennäköisesti tehty ainakin 250 tai 500 laitteen erä. Tätä väitettä tukee se tieto, että laitteita on löytynyt Etelä-Pohjanmaan alueelta sarjanumeroilla 430 ja 434. Laitteen alkuperä jää hämärän peittoon, sillä laitteesta on vain hyvin vähän virallista tietoa saatavilla.



KUVA 4. Oy Lokomo Ab:n valmistama nallinpoistolaite

Lokomon laitteella nallia poistettaessa hylsy asetetaan hylsyalustalle. Oikea käsi alkaa pyörittää myötäpäivään kampea, ja samalla vasen käsi pitää hylsyä paikallaan alustallaan. Kammen liike liikuttaa nallinpoistopiikkiä hylsyä kohti ensiksi iskeytyen 45°:n kulmassa nalliin. Nallinpoistopiikki siirtyy ulospäin hylsystä ja irrottaa nallin pois hylsystä. Nallinpoiston jälkeen hylsyn nallitila tarkastetaan, jotta voidaan varmistaa alasimen rakenteellinen vauriottomuus.

## 2.2.4 Yhteenveto poistotekniikoista

Berdan-hylsyjen nallienpoistoon on esitelty kolme eri tapaa. Taulukossa 1 on eritelty niiden etuja ja haittoja. Taulukossa plus-merkit tarkoittavat positiivista ominaisuutta ja miinus-merkit tarkoittavat negatiivista ominaisuutta.

*TAULUKKO 1. Irrotustapojen vertailua*

Irrotustapa	Irrotuksen nopeus	Jälkityön määrä	Työkalun saatavuus	Vahingoittumisvaara
Kuokkatyökalu	-	-	+	-
Vesipaineella poisto	-	-	-	+
Lokomon nallinpoistolaite	+	+	-	+

Taulukon pohjalta voidaan tulkita, että Lokomon laite olisi paras vaihtoehto, mutta Lokomon laitetta ei ole markkinoilla nykymuodossaan. Kuokkatyökalun ja vesipaineella poiston yhteisinä ongelmina on irrotusprosessin hitaus ja jälkityön määrä. Kuokkatyökaluja löytyy kaupallisesti valmistettuna yhdysvaltalaisen jälleenlatauslaiteyhtiö RCBS:n tuotevalikoimasta, joten se on helpoiten kuluttajan saatavissa (12). Irrotustapana kuokkatyökalun käyttö on kuitenkin huonoin metodi, sillä siinä on suurin mahdollisuus vahingoittaa hylsyn rakennetta nallia poistettaessa.

## 3 SUUNNITTELU

### 3.1 Vaatimukset

Nallinpoistolaitteesta tehdään ensimmäisessä vaiheessa proof-of-concept-periaatteella prototyyppimalli, jolla todistetaan valitun nallinpoistometodin toteutettavuus. Prototyyppimallissa ei keskitytä laitteen ulkonäköön, turvallisuuteen eikä ergonomiaan.

Nallinpoistolaitteen tulee poistaa ammutusta hylsystä ammuttu nalli. Nallia poistaessa hylsy ei saa vahingoittua. Hylsy asetetaan alustalle ja käyttäjä aloittaa työkierron. Työkierron aikana pistokara irrottaa nallin tilastaan ja palaa takaisin asemaansa, minkä jälkeen käyttäjä ottaa pois nallittoman hylsyn ja aloittaa uuden työkierron.

Nallinpoistolaitteesta valmistetaan prototyyppi, jonka avulla määritellään sarjavalmistettavan laitteen ominaisuuksia. Prototyypiltä vaadittavia ominaisuuksia on sylintereiden asentojen ja paikkojen helppo säädeltävyys. Kokeiluperiaatteen vuoksi prototyypissä käytettävät materiaalit tulevat vaihtelemaan muoveista eri metallilaatuihin.

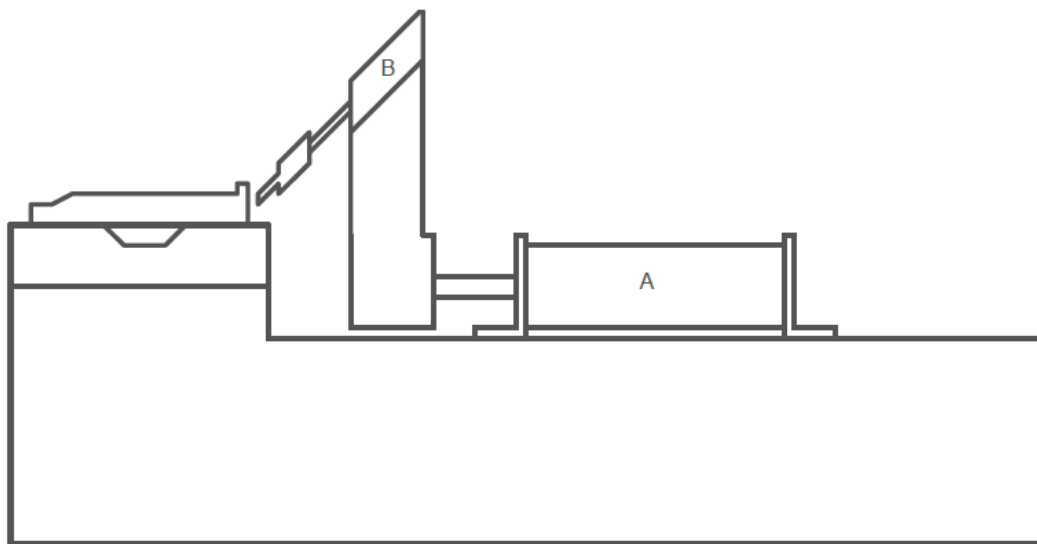
Prototyypin rakenteeseen ei tulla integroimaan toiminnassa tarvittavia ohjausventtiilejä, koska laitteen sylintereiden paikkoja ei tiedetä vielä varmaksi. Sylintereiden epävarmat paikat aiheuttaisivat merkittäviä ongelmia ohjausventtiilien järkevien paikkojen löytämiseen rakenteeseen.

Laitteen prototyypin onnistumisen vaatimuksena on varmatoiminen ja nopea nallin irrottaminen, joka ei saa vahingoittaa hylsyä. Prototyyppivaiheen jälkeisessä mahdollisessa kuluttajamarkkinoille tulevassa laitteessa tulee ottaa huomioon käyttäjäturvallisuus.

## 3.2 Prototyypivaihe

### 3.2.1 Pneumaattisten toimilaitteiden valinta

Laitteen suunnittelu aloitettiin tutustumalla Lokomo Oy:n valmistamaan nallienpoistolaitteen tekniikkaan. Lokomon laitteen tekniikasta tehtiin ruutuvihkoon suunnitelmapiirroksia, joiden perusteella piirrettiin kehittyneempi versio tietokoneen kuvankäsittelyohjelmalla. Kuvassa 5 näkyvän toimintaperiaatekuvan perusteella keskusteltiin työnohjaajan kanssa sylintereiden voiman tarpeista.



*KUVA 5. Prototyypin toimintaperiaatekuva*

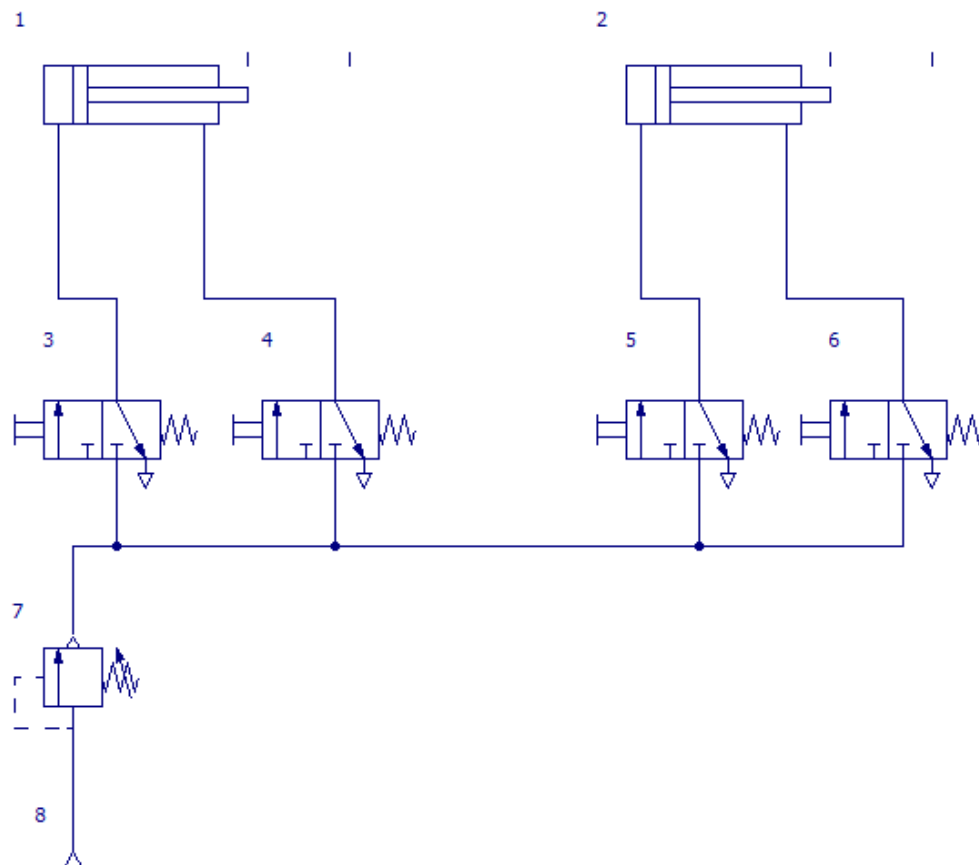
Kuvassa 6 on esitelty nallinpoistolaitteen toimintakaavio, jonka perusteella kuvassa 5 esitellyt sylinterit liikkuvat. Työkierron alussa hylsy asetetaan hylsyalustalle. Asetuksen jälkeen painetaan sylinteri A ulos. Tämän jälkeen askeleessa 1 sylinteri B työntyy ulos iskien samalla nallinpoistopiikin hylsyn nalliin kiinni. Askeleessa 2 sylinteri A:n mäntä vetäytyy takaisin sylinteriin, jolloin hylsystä irtoaa nalli. Askeleessa 3 sylinteri B:n mäntä vetäytyy takaisin sylinteriin, jolloin laite on jälleen alkuasennossaan. Työkierron askeleita ohjataan ohjausventtiileillä sormipainalluksilla.



Askel 0	Sylinteri A ulos
Askel 1	Sylinteri B ulos
Askel 2	Sylinteri A sisään
Askel 3	Sylinteri B sisään

*KUVA 6. Sekvenssikaavio*

Sekvenssikaavion pohjalta laitteelle laadittiin pneumatiikkakaavio, jossa näkyy prototyyppissä tarvittavat pneumaattiset toimilaitteet. Suunniteltu ilmanpainejärjestelmä näkyy kuvassa 7.



KUVA 7. Laitteen pneumatiikkakaavio

Laitteen osat on numeroitu ja luetteloitu taulukkoon 2.

TAULUKKO 2. Tilattavat komponentit

n:o	Nimike	kpl määrä
1	Lyhytiskusylinteri 16 mm Ø	1
2	Lyhytiskusylinteri 16 mm Ø	1
3, 4, 5 ja 6	3/2 ohjausventtiili	4
7	Paineenrajoitusventtiili	1
8	Paineilmalähde	1

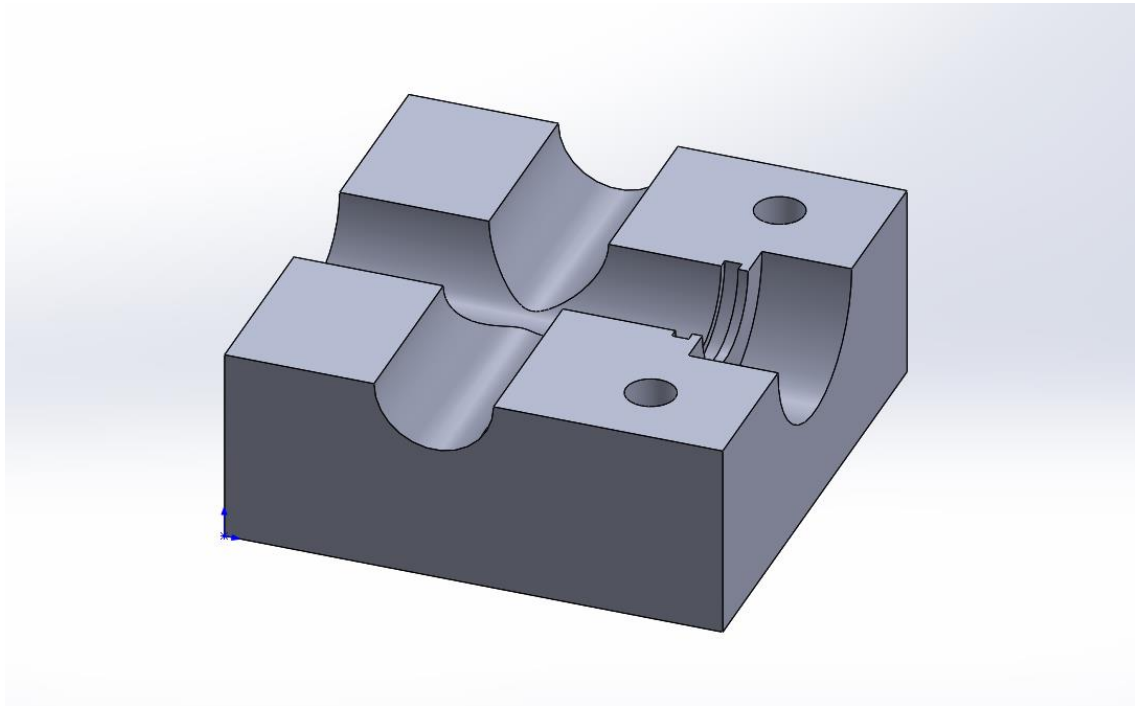
Kuvien 4 – 7 ja taulukkojen 1 - 2 perusteella käytiin Jicolla keskustelu prototyyppiin tarvittavista komponenteista. Keskustelun pohjalta Jicon osoittamalta pneumatiikkatuotteiden toimittajalta kysyttiin komponenttien kustannuksia.

Ensimmäisen kyselyn perusteella ei saatu yhteisymmärrystä tavarantoimittajan kanssa, joten sylintereistä lähetettiin uusi kysely. Tarkemman kyselyn perusteella saatiin tarkennettu tarjous, jonka perusteella sylinterit ja lisätarvikkeet tilattiin.

Tarkennetun tarjouksen perusteella tavarantoimittajalta tilattiin kaksi kompaktisylinteriä 4 cm:n iskulla ja neljä 3/2-suuntaventtiiliä. Tilattujen komponenttien saavuttua aloitettiin laitteen varsinainen suunnittelu Dassault Systemsin Solidworks 2015 -mallinnusohjelmalla (myöhemmin Solidworks).

### **3.2.2 Laitteen osien suunnittelu**

Nallinpoistajaan valmistettavien osien suunnittelu aloitettiin hylsyalustan mallintamisella. Eri kaliiberisten patruunoiden hylsyjen muoto- ja mittaerojen takia laitteeseen joudutaan suunnittelemaan eri kaliibereille sopivat hylsyalustat. Prototyyppiä varten otettiin mallinnettavaksi 7,62x53R-patruunan hylsy eli suomalaisessa jalkaväenkiväärissä käytetyn patruunan hylsy. Hylsyn tarkat mitat saatiin eurooppalaisen Commission Internationale Permanente pour l'Epreuve des Armes à Feu Portatives -järjestön (myöhemmin C.I.P) määrittämien patruunoiden standardimitoista (13). Suomalaisvalmisteisen 7,62x53R-hylsyn mitat näkyvät liitteessä 2. Saatujen mittojen perusteella mallinnettiin prototyyppiä varten hylsyalusta, joka näkyy kuvassa 8.

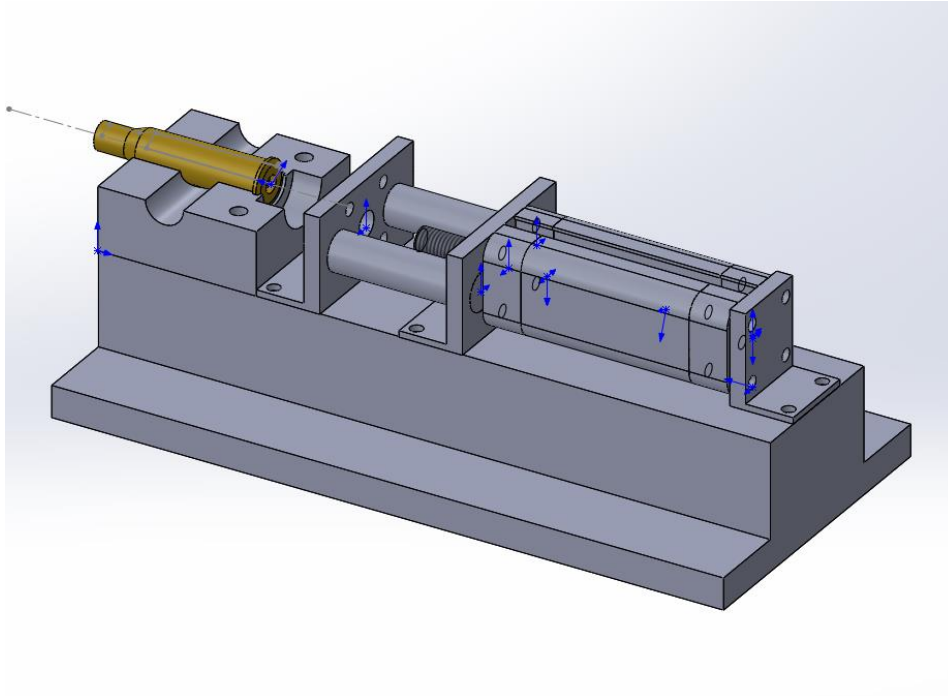


*KUVA 8. 7.62x53R-hylsyn alusta*

Hylsyalustan valmistuksessa tärkeintä on ottaa huomioon, että hylsyn laipan uralle jää sopiva vällys. Sotakiväärin hylsyn laipan leveys on 1,6 millimetriä, joten sopiva vällys on 0,05–0,1 millimetriä. Liian suuri vällys aiheuttaa ongelmia työkierrossa.

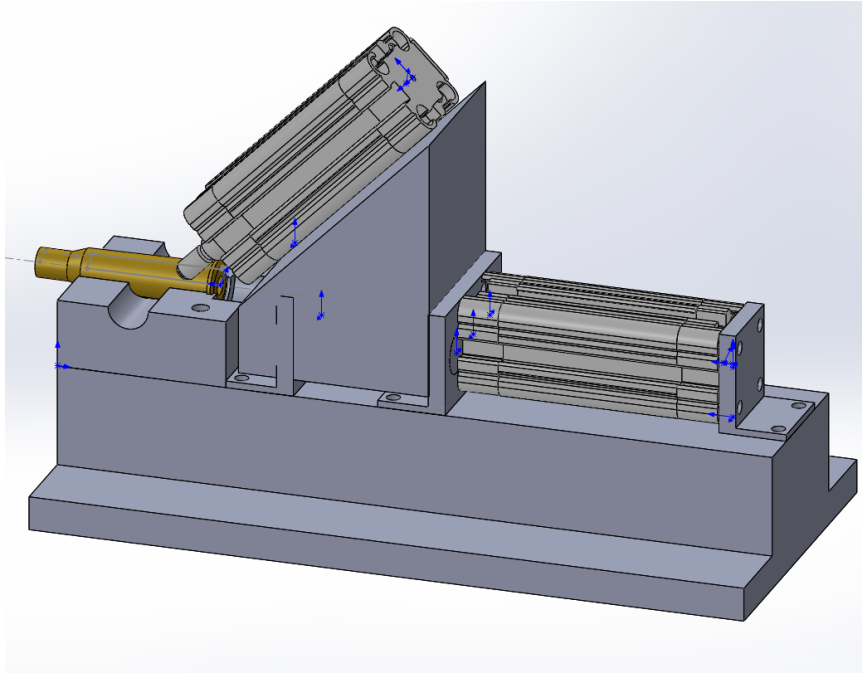
Hylsyalustan suunnittelun jälkeen aloitettiin muiden osien suunnittelu prototyyppiä varten. Suunnittelutyön helpottamiseksi otettiin yhteyttä pneumaattisten komponenttien toimittajan emoyhtiöön valmiiden 3D-mallien saamiseksi. Emoyhtiöltä saatiin prototyyppissä käytettävien kompaktisylintereiden ja ohjausventtiilien 3D-mallit STEP-tiedostomuodossa.

Kompaktisylinterit aseteltiin 3D-osien kokoonpano tiedostoon ja alettiin suunnitella laitteen kokoonpanoa (kuva 9). Sylintereiden kiinnikkeet ja runko mallinnettiin suoraan Solidworksin kokoonpanotilassa.



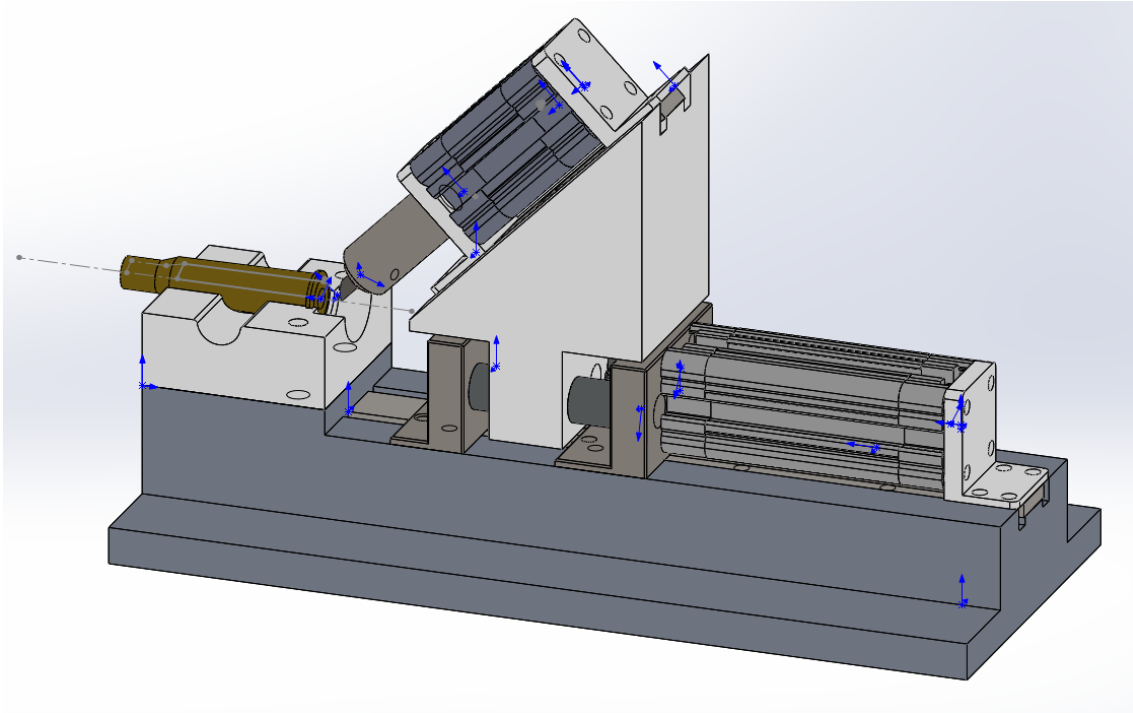
*KUVA 9. Prototyypin mallintelua*

Seuraavaksi mallinnettiin alustava kelkkarakenne, joka näkyy kuvassa 10. Tilattu kompaktisylinteri 4 cm:n iskulla aiheutti selviä ongelmia rakenteen suunnittelussa, joten komponenttien toimittajalta tilattiin uusi kompaktisylinteri, jossa iskunpituus oli 1 cm.



*KUVA 10. Prototyypin kelkkarakenteen mallinnusta*

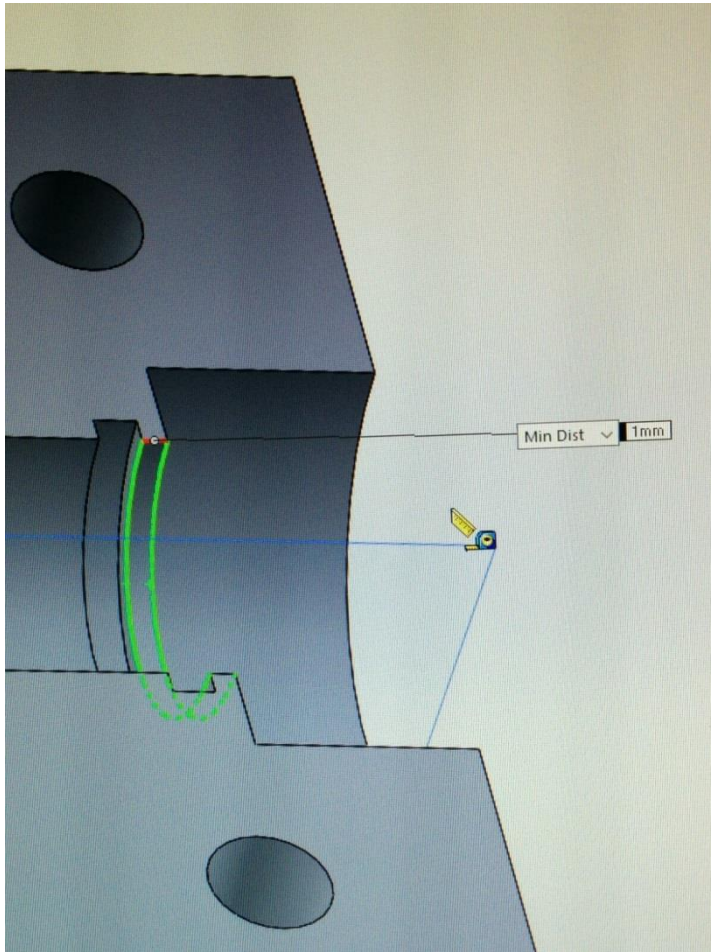
Uuden sylinterin saavuttua ja siihen kuuluvan 3D-mallin saapumisen jälkeen jatkettiin mallinnustyötä. Kelkassa kiinni olevaan kompaktisylinteriin suunniteltiin männänvarteen kiinnitettävä adapteriholkki, johon kiinnitetään nallinpoistopiikki. Kompaktisylintereiden paikkojen epävarmuuden vuoksi laitteen runkoon ja kelkkaan suunniteltiin kiskokiinnitys paikkojen siirron helpottamiseksi (kuva 11). Prototyypin 3D-malli hyväksyttiin tilaajayrityksellä ja prototyypin osista laadittiin työpiirustukset, joiden perusteella alettiin valmistaa osia. Piirustukset on luetteloitu liitteessä 2.



*KUVA 11. Nallinpoistolaitteenprototyyppi valmiina 3D-mallina*

### **3.2.3 Laitteen osien valmistus**

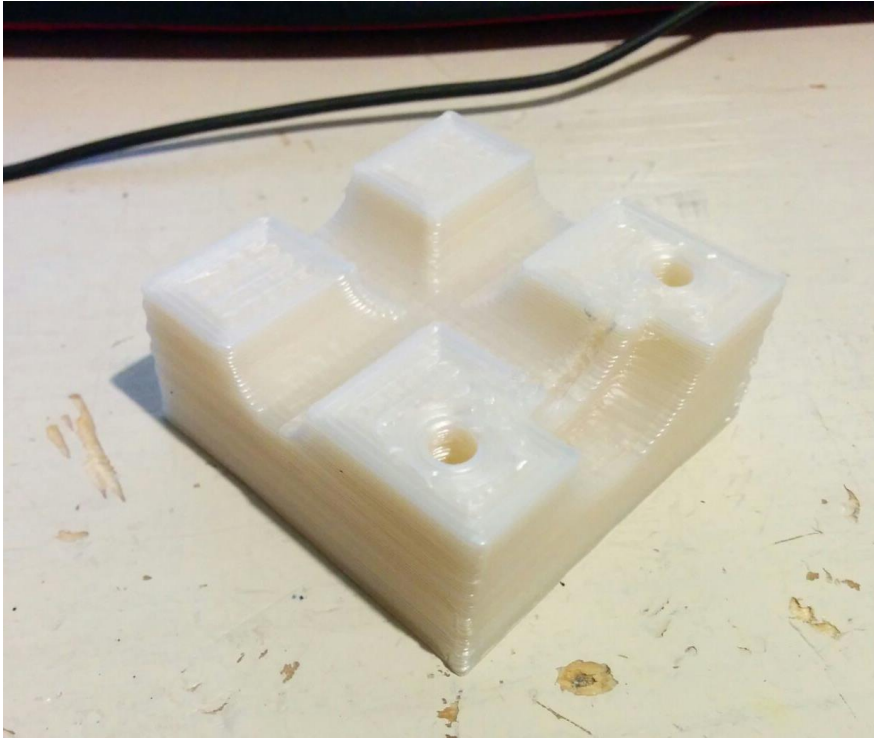
Laitteen osien valmistus aloitettiin 3D-tulostamalla mallinnettu hylsyn alusta. Tulostukseen käytettiin PLA-muovia. Tulostusta varten jouduttiin muokkaamaan hylsyn laipan viereistä seinämää 0,2 mm leveämmäksi, sillä printterin tulostuspää on 1,2 mm paksu (kuva 12).



*KUVA 12. Hylsyalustan muutettava seinämä*

Tulostetusta kappaleesta tuli muodoiltaan muuten mittoja vastaava, mutta 3D-tulostimen huonojen liiketarkkuuksien vuoksi kappaleesta tuli osittain vino (kuva 13). Vinous ei siltikään ollut merkittävä, joten valmistettua kappaletta pystytään hyödyntämään prototyypissä.





*KUVA 13. 3D-tulostettu hylsyalusta*

Seuraavaksi valmistettiin Jico Koneistus Ky:n tiloissa laitteen johteiden kiinnikkeet NC-ohjatulla Primero-työstökeskuksella. Johteiden kiinnikkeiden muodot jysittiin työkuvien perusteella hyödyntäen työstökeskuksen keskustelemaa ohjelmointia. Materiaalina käytettiin S355-rakenneterästä, joka soveltuu hyvin edullisuutensa vuoksi proto-osien valmistukseen. Valmiit johdekiinnikkeet näkyvät kuvassa 14.



*KUVA 14. Valmiit johdekiinnikkeet*

Laitteeseen tulevalle poistopiikille sorvattiin kompaktisylinterin mäntään kiinnitettävä holkki, johon kiinnitetään poistopiikki ruuvilukituksella kiinni. Holkki valmistettiin edellisistä sorvauksista jääneestä hukkapalasta. Mittaan sorvaamisen jälkeen holkin sivupinnalle porattiin alkureikä M4-kierteen tekemiseksi. Alkuperäisessä suunnittelussa oleva M3-kierre päätettiin suurentaa M4-kierteeksi, koska yrityksen työnjohdon suosituksesta kierrekoon M4 ali meneviä kierteitä pitää välttää, koska ne kuuluvat pikemminkin hienomekaanisiin kokoonpanoihin. Valmis poistopiikinholkki näkyy kuvassa 15.



*KUVA 15. Poistopiikinholkki*

Seuraavaksi valmistettiin laitteeseen nallinpoistopiikki. Piikki valmistettiin muovinvalmistuksesta ylijääneestä pukkaritapista. Piikki katkaistiin mittaan ja pään muoto hiottiin nauhahiomakoneella. Hionnan aikana huolehdittiin jäähdytykses-

tä, sillä ylikuumentueessaan materiaaliin tulee pintakarkaisu, joka pilaa piikin. Piikin muotoa muutettiin alkuperäisestä työkuvan muodosta. Kulmaa pienennettiin 45°:sta 35°:seen ja piikkiä hiottiin myös vastapuolelta. Poistopiikin muutetut muodot näkyvät kuvassa 16.



*KUVA 16. Poistopiikki sivulta*

Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan laboratoriossa valmistettiin nallinpoistokoneen runko alumiinista. Työkuva ja 3D-malli rungosta toimitettiin laboratorioinsinöörille, joka koneisti rungon Haas UMC-750 -työstökeskuksella. Samalla valmistettiin sylintereiden kiinnitysuriin tarvittavat kiskot vesileikkurilla. Valmiit osat näkyvät kuvassa 17.



*KUVA 17. Runko ja kiskot*

Nallinpoistolaitteen kelkan valmistuksesta käytiin keskustelua. Kelkkaa suunniteltiin 3D-tulostettavaksi, mutta tulostusmateriaalin kestävydestä ja tulostuksen kustannustehokkuudesta ei päästy yhteisymmärrykseen eri osapuolien välillä. Kelkka päätettiin koneistaa Jicolla yhdessä johteiden kanssa. Valmiit johteet ja kelkka näkyvät kuvassa 18.



*KUVA 18. Kelkka ja johteet*

Kelkan kiinnitystä sylinterin männänvarteen varten suunniteltiin männänvarren päähän kierrettävä pidätinruuvi, joka näkyy kuvassa 19. Pidätinruuvi sorvattiin karkisorvilla ja kuvassa 19 näkyvät urat jyrsittiin työstökeskuksella.



*KUVA 19. Pidätinruuvi*

Pitkäiskuisen sylinterin takakiinnike ja lyhytiskuisen sylinterin etu- ja takakiinnikkeet 3D-tulostettiin PLA-muovista ajan säästämiseksi. Kiinnikkeiden valmistuksen jälkeen prototyypin kokoonpanoa varten tarvittavat osat olivat valmiit.

### 3.2.4 Prototyypin kokoonpano ja testaus

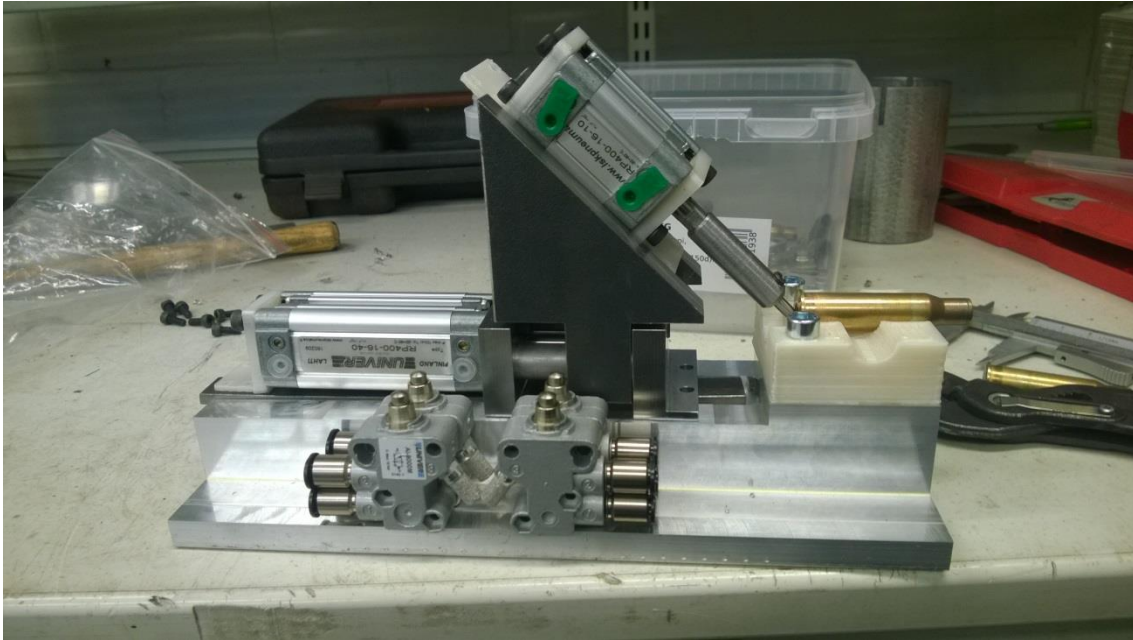
Nallinpoistolaitteen prototyypin kokoonpaneminen aloitettiin Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan laboraatiotiloissa. Ensiksi kasattiin pitkäiskuisen sylinterin alikokoonpano, johon kuuluu taulukossa 2 näkyvät osat.

*TAULUKKO 3. Pitkäiskuisen sylinterin alikokoonpanon osat*

Nimike	Koodi	Määrä
Lyhytiskusylinteri	RP4000160040	1
Perusliitin 6-M5 Mini	PC6-M5M	1
Sylinterin takakiinnike		1
Johteiden etukiinnike		1
Johteiden takakiinnike		1
Kelkka		1
Kelkan pidätinruuvi		1
M4 x 10 kuusiokantaruuvi		6
M4 x 10 uppokantaruuvi		2

Pitkäiskuisen sylinterin alikokoonpanon jälkeen asennettiin valmis alikokoonpano laitteen runkoon. Kiinnitystä varten jouduttiin leventämään ja syventämään urakiinnityskiskoja laitteen rungossa. Sama operaatio suoritettiin myös kelkan urakiinnityskiskolle. Alikokoonpano saatiin kiinnitettyä runkoon ja kelkkaan kiinnitettiin paikalleen myös 1 senttimetrin iskulla oleva lyhytiskusylinteri. Laitteeseen asennettiin paikoilleen myös hylsyalusta ja laitteen 2 senttimetrin iskulla oleva lyhytiskusylinteri kiinnikkeineen. Kuvassa 20 nähdään nallinpoistolaitteen prototyypin kokoonpano ilman paineilmaputkistoa.

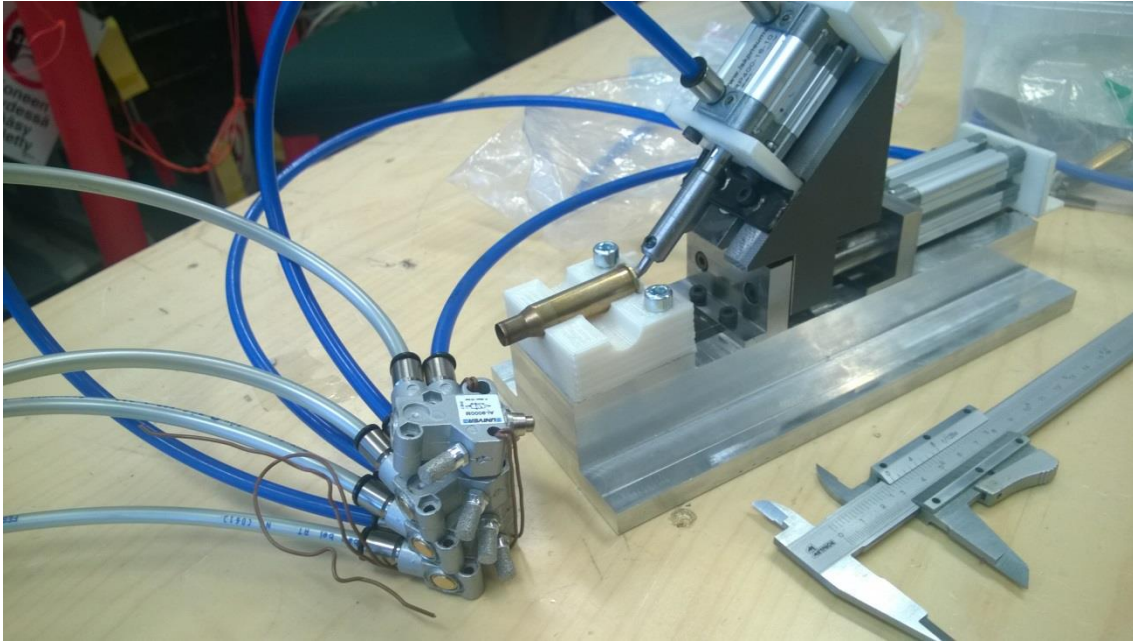




*KUVA 20. Melkein valmis kokoonpano*

Prototyypin kokoonpanoon kytkettiin seuraavaksi paikalleen paineilmajärjestelmän toiminnan edellyttämät muut osat. Paineilmajärjestelmä kytkettiin kuvassa 7 näkyvän pneumatiikkakaavion mukaisesti. Osiin kuuluivat ohjausventtiilit, äänenvaimentimet, liittimet ja paineilmaputkitukset.

Laitteeseen kytkettiin paineilma ja sylintereiden tarkkoja paikkoja alkaa etsiä. Valmis kytkentä näkyy kuvassa 21. Asemoinnissa käytettiin apuna sotakiväärin hylsyä, josta oli irrotettu nalli. Sopivan etäisyyden löydyttyä sylinterit kiinnitettiin paikoilleen ja koeajo aloitettiin.



*KUVA 21. Valmis paineilmakytentä prototyypissä*

Nallinpoistolaitteen ensimmäisissä koeajoissa havaittiin monia normaalin toiminnan estäviä ongelmia. Laitteen nallinpuhkaisusylinteriä ohjatessa, sylinterin männänvarsi törmää johteiden etukiinnikkeeseen. Törmäyksen seurauksena kelkassa oleva sylinteri siirtyy paikaltaan. Ongelma ratkaistiin jyrsimällä pois johteiden etukiinnikkeen yläpinnasta 5 mm pois materiaalia, jolloin työkierto pysyy toteutumaan ilman törmäystä.

Seuraavien kokeilujen aikana havaittiin ongelmaksi sylintereiden paikallaan pysyminen. Tämän ongelman ratkaisemiseksi sylintereille valmistettiin uudet kiinnikkeet kulmarautoista. Uudet pidikkeet saivat sylinterit pysymään paikoillaan työkierron aikana.

Laitteen toimintaa kokeiltiin jälleen, eikä tällä kertaa enää esiintynyt testitulosten saantia estäviä ongelmia. Laitteen työkierron aikana nallinpoistopiikki ei onnistunut läpäisemään nallin kantaan. Laitteen poistopiikin sylinterin tuottama 7 baarin ilmanpaineella tuottama noin 80 kilogramman iskuvoima ei riitä laitteen toiminnan edellyttämään nallin läpäisyyn.

Nallin läpäisyyn vaadittavaa voimaa päätettiin arvioida valmistamalla 4 mm pukkaritapista sopivanlainen piikki, jota lyötiin vasaralla nallin kantaan. Tällä

työkalulla tarvittiin iskuja kaksi kappaletta tarpeeksi suuren läpäisyn saavuttamiseksi. Yhden vasaranlyönnin aiheuttama voima on noin 100 kilogrammaa

### **3.3 Yhteenveto prototyypivaiheesta ja jatkokehittelyt**

Sisältö salattu yrityksen pyynnöstä.

#### **3.3.1 Ensimmäinen ehdotus seuraavalle prototyypille**

Sisältö salattu yrityksen pyynnöstä.

.





**KUVA SALATTU**

*KUVA 22. Sisältö salattu yrityksen pyynnöstä*

### **3.3.2 Toinen ehdotus seuraavalle prototyypille**

Sisältö salattu yrityksen pyynnöstä.



KUVA SALATTU

*KUVA 23. Sisältö salattu yrityksen pyynnöstä*

### **3.3.3 Ehdotusten yhteenveto**

Sisältö salattu yrityksen pyynnöstä.

## 4 YHTEENVETO

Työn toimeksiantajan tarkoituksena oli tutkia patruunoiden jälleenlataamiseen tarkoitettujen laitteiden lisäämistä yrityksen tuotekirjoon. Tämän tarpeen perusteella aloitettiin tuotekehitysprojekti, jonka tarkoituksena oli kehittää nallinpoistolaitteen prototyyppi. Prototyyppi suunniteltiin ja valmistettiin proof-of-concept-periaatteen mukaisesti. Laitteesta valmistettu prototyyppi ei kuitenkaan toiminut odotetulla tavalla, joten laitteesta suunniteltiin ja mallinnettiin kaksi eri ehdotusta uudelle prototyypille.

Vipuvarrella toimiva periaatemalli valittiin jatkokehittelyyn ja työtä tullaan jatkamaan opinnäytetyöprojektin päätyttyä kesällä 2016. Kehitystä varten aloitetaan uusi tuotekehitysprojekti, jossa hyödynnetään tämän opinnäytetyön aikana kerättyä tietoa ja kokemusta.

Opinnäytetyön aikana esiintyi monia haasteita laitteen prototyypin suunnittelussa. Laitteen toiminnan erikoisuuden vuoksi suunnittelu muodostui vaikeaksi. Tuotekehitysprojektin kaikilla henkilöillä ei välttämättä ollut muodostunut selvää kuvaa laitteen tarkoituksesta. Epäselvyydet aiheuttivat laitteen kehityksen aikana monia vakavia suunnitteluvirheitä, jotka pääsivät kostautumaan menettäen resursseina.

Tuotekehitysprojektin alussa sovitun yrityksen yhteyshenkilön kanssa oli aikatauluongelmia, joten vastuuhenkilöä vaihdettiin projektin aikana. Uuden yhteyshenkilön kanssa toiminta onnistui helpommin työn raportoinnin ja komponenttien valmistuksen helpottuessa merkittäväällä tavalla.

Kehitystyön tahti kiihtyi tuotekehitysprojektin aikana. Yhteyshenkilön vaihtuminen ja muiden opintojeni työmäärän väheneminen edesauttoivat nopeuttamaan työn valmistumista. Laitteen esisuunnitteluun olisi tullut keskittää enemmän resursseja, sillä monelle laitteen komponenteista jouduttiin kehitystyön aikana tekemään myöhemmin vielä muutoksia.

Yrityksen puolesta projektille ei määritelty varsinaista budjettia, ja tämän takia tulevat hankinnat tuli hyväksyttävä ensin yrityksen taloushallinnolla. Komponent-

tien ja samalla projektin etenemistä monesti haittasikin päätöksen teon tahmaisuus, sillä monesti yksinkertaista päätöstä jouduttiin odottamaan monta päivää.

Kehitystyön aikaansaatusuutta uutta periaatemallia tullaan tulevaisuudessa hyödyntämään seuraavan prototyypin suunnittelussa. Uuden prototyypin valmistuttua voidaan aloittaa markkinatutkimus, jolla selvitetään mahdollisen kuluttajamarkkinoille tulevan tuotteen toimivuutta Euroopan talousalueella. Sarjavalmistettavaa laitetta pitää kuitenkin laajalti uudelleen muotoilla, jotta siihen saadaan kuluttajamarkkinoille tärkeitä ominaisuuksia yhdistettyä.

Opinnäytetyöprojekti oli haasteellinen ja opettavainen. Projektin aikana tuli tehtyä monia hyviä virheitä, jotka opettivat laitteen suunnittelusta merkittävästi. Ajanhallinta osoittautui vaikeaksi, sillä yhteyshenkilöiden ja omien aikataulujen sovittaminen aiheutti ongelmia. Prototyypivaihe vei merkittävästi enemmän aikaa kuin oli suunniteltu, mutta projektia tullaan kehittämään tulevaisuudessa eteenpäin. Toimeksiantaja oli tyytyväinen projektin tuloksiin ja on innostunut tuotekehitysprojektin jatkamisesta.

## LÄHTEET

1. Lepistö, Jouko 2016. Toimitusjohtaja, Jico Koneistus Ky. Haastattelu 8.5.2016.
2. Paananen, Esa 2011. Messinkihylsyisten keskisytytyspatruunoiden jälleenlataus. Porvoo: Bookwell Oy.
3. Hyytinen, Harri 2007. Arma Fennica 9. Patruunat ja kaliiberit 1. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy.
4. Hyytinen, Timo 2011. Jälleenlataajan käsikirja. 4., uudistettu painos. Jyväskylä: Arma Fennica.
5. Berdan primers explained. 2015. Ammo.com. Saatavissa: <http://ammo.com/primer-type/berdan>. Hakupäivä 3.2.2016.
6. Hogg, Ian V. 1985. Directory of small arms ammunition. Huddersfield: Netherwood Dalton and Co Ltd.
7. Instructions for RCBS decapping tool for removing spent berdan primers. 2002. David A. Cushman. Saatavissa: <http://davecushman.net/rcbsberdaninstructions.html>. Hakupäivä 3.2.2016.
8. Berdan primer removal tool. 2010. MarvQuin LLC. Saatavissa: <https://www.gunslot.com/pictures/berdan-primer-remover>. Hakupäivä 3.2.2016.
9. Hydraulic decapping (uncapping) of spent centerfire cartridges. 2002. David A. Cushman. Saatavissa: <http://www.dave-cushman.net/shot/hydraulic.html>. Hakupäivä 3.2.2016.
10. Kauppi, Erkki 2016. Eläkkeellä oleva tuotantopäällikkö, Sako Oy. Haastattelu 21.2.2016.
11. Pitkänen, Mika – Simpanen Timo 2004. Suomalaiset sotilaspatriunat 1918-1945. Hämeenlinna: Apali Oy

12. Berdan decapping tool. 2016. RCBS. Saatavissa:  
<http://www.rcbs.com/Products/Case-Preparation/Accessories/Berdan-Decapping-Tool.aspx>. Hakupäivä 5.4.2016.
13. Table of Dimension of 7,62 x 53 R-cartridge. 2016. Commission Internationale Permanente pour l'Epreuve des Armes à Feu Portatives. Saatavissa :  
<http://www.cip-bobp.org/homologation/uploads/tdcc/tab-ii/tabiiical-en-page28.pdf>. Hakupäivä 26.4.2016.

C.I.P.

7,62 x 53 R

Country of Origin: FI

TAB.

II

Date

84-06-14

Revision

02-05-15

CARTRIDGE MAXI

Lengths

L1 *	=	39.61
L2 *	=	44.05
L3 *)	=	53.50
L4	=	
L5	=	
L6	=	77.00

Case Head

R *)	=	1.60	-0.25
R1	=	14.40	
R3	=		
E	=		
E1	=		
e min	=		
delta	=		
f	=	0.60	
beta	=	20°	

Powder Chamber

P1	=	12.42
P2 *	=	11.61

Junction Cone

alpha	=	38°01'38"
S	=	56.46
r1 min	=	0.50
r2	=	3.00

Collar

H1 *	=	8.55
H2 *)	=	8.50

Projectile

G1 *)	=	7.85
G2	=	
F	=	
L3+G *)	=	76.02

Pressures (Energies)

Method Transducer

Pmax	=	3900 bar
PK	=	4485 bar
PE	=	4875 bar
M	=	25.00
EE	=	3960 Joule

Miscellaneous Dimensions

Fe *)	=	0.10
delta L	=	

CHAMBER MINI

Lengths

L1 *	=	39.70
L2 *	=	44.30
L3 *)	=	54.10

Breach

R *)	=	1.60
R1	=	14.43
R2	=	
R3	=	
r	=	

Powder Chamber

E	=	
P1 *)	=	12.45
P2 *	=	11.67

Junction Cone

alpha	=	36°47'42"
S	=	57.24
r1 max	=	0.70
r2	=	3.00

Collar

H1 *	=	8.61
H2 *)	=	8.55

Commencement of Rifling

G1 *)	=	7.98
G *)	=	22.52
alpha1	=	90°
h *	=	0.29
s	=	
i *)	=	0°30'09"
w	=	

Barrel

F *)	=	7.59
Z *)	=	7.83

Grooves

b	=	4.20
N	=	4
u	=	300.00
Q	=	47.38 mm²

Scale 1:1

Dimensions in << mm >>  
Dimensions and Tolerances for Proof Barrels  
see Appendix CR 1.

Notes: 1) Check for safety reasons  
\* Basic dimensions

Piirustusnumero	Nimitys
NP-001	Nallinpoistolaitteen runko
NP-002	Johdekiinnike etummainen
NP-003	Johdekiinnike taaempi
NP-004	Johdetanko
NP-005	Kelkka
NP-006	Kelkanpidätinruuvi
NP-007	Kisko runkoon
NP-008	Kisko kelkkaan
NP-009	Nallinpoistopiikki
NP-010	Nallinpoistopiikin holkki
NP-011	Hylsyn alusta
NP-012	Sylinterin kiinnike runkoon takapää
NP-013	Sylinterin kiinnike kelkkaan etupää
NP-014	Sylinterin kiinnike kelkkaan takapää